Historia en concreto: el desarrollo de los morteros hidráulicos y el uso del cemento en Puerto Rico

Beatriz del Cueto

[Fig. 1] Puente Mavilla bajo construcción, 1903
(National Archives and Records Administration, Photograph and Prints Division, Records of the Bureau of Insular Affairs – General Photographs of Cuba and Puerto Rico, 1899-1928: Box RG 350-PR-44A-1-9, College Park, Maryland)

Introducción

En Puerto Rico, los morteros hidráulicos han sido utilizados para construir desde el siglo XVI, cuando, como colonia española, se heredaron las tradiciones edilicias ibéricas. Fue posible erigir estructuras militares, religiosas y civiles permanentes con el uso de cal y aditivos hidráulicos como ladrillo o teja molida. Estos edificios de albañilería probaron ser resistentes a las tormentas tropicales y al clima marítimo de la zona.

Esta investigación presenta la evolución de los morteros hidráulicos traídos por los españoles al Nuevo Mundo y en específico a Puerto Rico al trazar el uso de esta tecnología en obras públicas. Durante el siglo XX, esta metodología evolucionaría con la introducción y preferencia por el cemento Portland.[1]

Un interés renovado por los materiales hidráulicos comenzó en el norte de Europa (Inglaterra y Francia) a finales del siglo XVIII. John Smeaton, ingeniero inglés, descubrió que el mejor mortero provenía de calizas que contenían mayores porcentajes de arcilla. Las investigaciones de Joseph Aspdin para el "cemento Portland" (llamado así porque la mezcla era similar al color y textura de la piedra caliza de Portland, Inglaterra) fueron patentadas en 1824. A pesar de que el cemento Portland ha evolucionado a través del tiempo, su nombre marcó un producto que ha prevalecido mundialmente.

La necesidad de construir infraestructura (canales, carreteras, puentes y obras de ingeniería civil) durante la Revolución Industrial, exigió materiales de alto rendimiento como los morteros hidráulicos de cemento, piedra artificial o piedra plástica, como se les llamaba comúnmente. Estos productos fraguaban rápidamente, endurecían bajo el agua, alcanzaban resistencia temprana y protegían los edificios del agua y contra el fuego. Debido a estas características, los morteros de cemento aceleraron el ritmo de la construcción durante este periodo de crecimiento urbano.

Evoluciona la tradición de la construcción puertorriqueña

Durante el siglo XIX y principios del siglo XX, las tradiciones constructivas en la Isla evolucionaron grandemente con el uso del polvo de ladrillo o cemento artificial, materiales necesarios para preparar mezclas hidráulicas. El cemento Portland genuino fue importado a la Isla desde de la década del 1850 procedente de Bélgica, Alemania y Dinamarca.

Nuestras investigaciones han constatado que el primer proyecto en Puerto Rico que usó "piedra plástica o artificial" o el "verdadero cemento Inglés Portland" fue la pavimentación de las aceras y calles de la ciudad de Ponce. En 1879, la justificación para el uso de este material innovador fue la economía de su uso y su durabilidad, además del fácil manejo de estas mezclas por los albañiles locales. La piedra plástica, conocida por su maleabilidad, era anunciada como "una verdadera piedra artificial, y aun más resistente que las piedras naturales, que son a veces destructibles por los continuos cho-

[1] La autora comenzó las investigaciones para este tema durante el trimestre de otoño del 2008, como profesora y directora del Laboratorio de Conservación Arquitectónica de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Puerto Rico.

ques y bruscos cambios atmosféricos".[2] Este material era importado en barriles impermeables de 376 libras y no requería preparación antes de su uso. Las mezclas hidráulicas utilizaban, de manera intercambiable, el polvo de ladrillo y cal, o el cemento Portland cuando hacía falta eficiencia, rapidez y permanencia. El récord histórico indica que los suplidores locales proveían el acceso a ambos productos.[3]

Como consecuencia de la Guerra Hispanoamericana, el nuevo Gobierno insular emprendió un ambicioso plan de construcción de carreteras, puentes y escuelas. Gran cantidad de los edificios institucionales y de vivienda de la época utilizaron cemento Portland como parte de la mezcla para el hormigón armado[4], imitando modelos introducidos por el Gobierno norteamericano, grupos religiosos protestantes y los militares.

El Departamento del Interior tuvo a su cargo el desarrollo de una gran red vial y mecanismos de transportación que facilitaran la gobernación del nuevo territorio, estimulara el desarrollo agrícola, y proveyera acceso entre los

[Fig. 2] Manufactura de bloques de cemento a mano como parte del entrenamiento requerido a los estudiantes de la Polytechnic Institute of Porto Rico en San Germán, ca. 1910
(Museo Histórico de la Universidad Interamericana de San Germán, Colección Rev. J. Will Harris, Universidad Interamericana de Puerto Rico, campus de San Germán).

[Fig. 3] Puerto Rico Island Penitentiary o penitenciaría Oso Blanco, ca. 1938
(Monteagudo, Antonio M. y Antonio M. Escámez, ed. Álbum de oro de Puerto Rico - Golden Album of Puerto Rico. La Habana: Artes Gráficas, s.a., 1939: 293.)

[Fig. 4] Anuncio para cemento Portland Oso Blanco, ca. 1928
(Guía de Teléfono – Porto Rico Telephone Company 1928 , Archivo General de Puerto Rico)

---

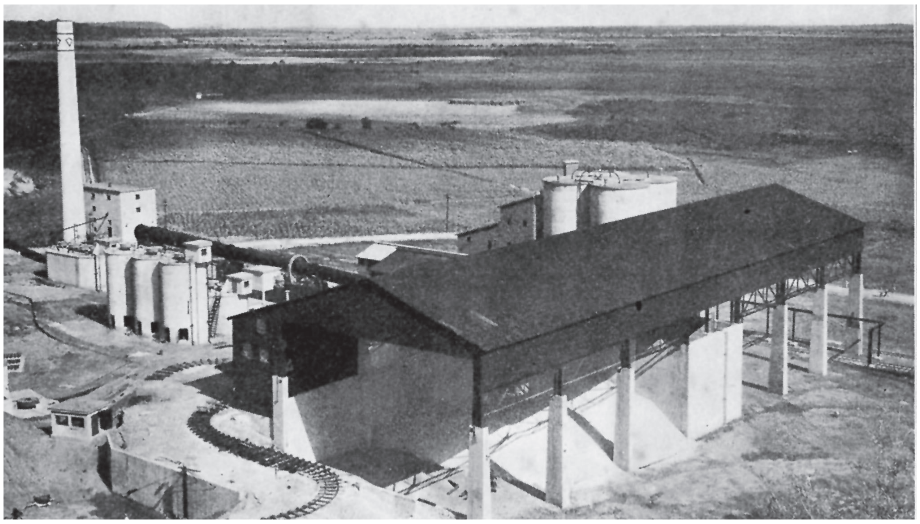
[2] Fernando Palma, *Proyecto de Aceras y Calles dirigido al Ilustre Ayuntamiento de esta Ciudad [Ponce] por el Contratista Fernando Palma*, octubre 15, 1879, Archivo Histórico de Ponce.

[3] Durante sus investigaciones en los archivos históricos de Puerto Rico, la autora encontró unas tablas preparadas por la rama de Obras Públicas del Gobierno español para sus proyectos ultramar, en la Isla. Bajo el título "Relación de los materiales que se han de emplear y sus puntos de extracción", este documento especifica la clase de materiales (ladrillo, cal, etc.), su calidad (buena, regular, etc.), los puntos de extracción (río Bucaná, Tendal de Ponce, etc.), distancia a los puntos de extracción en kilómetros, las obras en las que se han de emplear (nombres de proyectos), además de observaciones generales. Las fuentes o lugares de donde provenía esta materia prima o materiales de construcción, como las canteras, los tendales de ladrillo, los aserraderos, los hornos de cal o las fuentes de una arena específica de río o de playa, era información valiosísima para el ingeniero del proyecto de la época, ya que representaba una forma para economizar debido a las distancias de estas fuentes. El cemento Portland importado estaba disponible en barriles y así era distribuido en el comercio. El polvo de ladrillo se vendía como material de construcción y estaba producido en las fábricas de ladrillo o ladrilleras de la Isla.

[4] Hormigón Armado: "Fábrica hecha con hormigón hidráulico reforzado con una armadura de barras de hierro o acero". Camino Olea, María Soledad, et. al., *Diccionario de arquitectura y construcción.* (Editorial Munilla-Lería, 2001): 344.

poblados. Como parte de estas iniciativas, en 1903 se construyó el primer puente en hormigón armado sobre el río Mavilla en Corozal. Este proyecto, que aún permanece, costó $3,000 y contó con 80 obreros. [Fig. 1]

Durante 1901, las importaciones de cemento Portland (Alemania solamente) ascendieron a 8,807,585 libras o 23,425 barriles, además de 7,500 barriles procedentes de otros países, incluyendo Estados Unidos.[5] La nueva tecnología había llegado para quedarse.



[Fig. 5] Primera planta de cemento en Puerto Rico, perteneciente a la PRRA, 1936
(Gaztambide Vega, Francisco and Pedro P. Arán. La isla de Puerto Rico. Nueva York: Rand McNally & Company, 1945: 108.)

Uso local del bloque de cemento o concreto

Entre el 1904-1905 consideramos posible que misioneros protestantes norteamericanos trajeran consigo los moldes de metal necesarios para la fabricación de bloques huecos de mortero de cemento prensados, o bloques de concreto. Este material serviría para acelerar la construcción de iglesias, colegios, universidades y hospitales para sus congregaciones.[6] Los bloques proveyeron un material económico y a prueba de fuego, con menor peso que la piedra que imitaban. Los primeros moldes producían unidades sencillas en los lugares de los proyectos, utilizando los agregados disponibles en el sitio.[7] [Fig. 2]

[Fig. 6] Búnkers de la Segunda Guerra Mundial construidos en isla de Cabras, 1941
(Centro de Recursos Culturales, Archivos Militares, San Juan National Historic Site, National Park Service)

Entre 1906-1908, la Iglesia metodista episcopal inauguró tres templos diseñados por el arquitecto Antonín Nechodoma, y construidos, utilizando bloques de concreto, por Frank Hatch. Hatch parece haber sido el contacto a través del cual se trajeron los primeros moldes para bloques de concreto a la Isla[8]; y Nechodoma pudo haber sido uno de los primeros arquitectos que especificó estas "piedras artificiales" como material edilicio en el Caribe.[9]

[5] " *The Commercial Guide and Business Directory of Porto Rico, Illustrated* (New York: F.E. Platt, 1910):295-307.

[6] "El término "bloque de cemento" en lugar de "bloque de concreto" fue encontrado por la autora en los documentos de construcción más tempranos del siglo XX mencionados en este artículo. En teoría, como el cemento era el aglutinante manufacturado para un producto nuevo en el mercado de la Isla durante los 1910s, se intercambiaba y se sigue intercambiando la terminología hasta el presente. "Concreto" es un anglicismo que proviene de la palabra *concrete* y que se refiere al hormigón. *Concrete block is produced from a mixture of Portland cement and aggregates.* Thomas C. Jester, ed., *Twentieth Century Building Materials, History and Conservation.* (Washington, D.C.: Archetype Press, Inc., 1995): 80.

[7] Durante trabajos de investigación y observaciones detalladas de campo de los bloques de concreto en varias estructuras históricas que datan de la primera década del siglo XX, la autora notó que los agregados utilizados en la manufactura de bloques de cada edificio eran considerablemente distintos. Algunos agregados eran arenas de playa muy finas y otros eran arenas gruesas y oscuras de río. En casos específicos, los agregados no habían sido lavados o cernidos para extraer partículas mayores como piedras, que a su vez habían causado fallos en las superficies e irregularidad de los bloques en sí. Algunos proyectos estaban en las inmediaciones o directamente situados encima de recursos naturales que servían como agregados. Estas observaciones resultaron en la conclusión de que los agregados finos cerca de un proyecto habían sido utilizados para producir los bloques para ese proyecto en particular. Esta práctica probablemente se debió a que estos bloques se manufacturaban a mano, de uno en uno, comprimiendo la mezcla del mortero de cemento y agregados dentro de cada molde de metal individual. Los bloques producidos eran relativamente frágiles y muy difíciles de transportar en vehículos de la época y en las carreteras o caminos rudimentarios de este periodo en Puerto Rico.

[8] Thomas S. Marvel, *Antonin Nechodoma, Architect, 1877-1928, The Prairie School in the Caribbean* (Gainesville: University of Florida Press, 1994): 25-32.

[9] Desde principios del siglo XX hasta la Primera Guerra Mundial, importantes estructuras gubernamentales e institucionales fueron construidas con hormigón armado o bloque de cemento en los pueblos y ciudades principales de Puerto Rico. Entre estos edificios se encuentran el Auxilio Mutuo (1909), la YMCA (1913), la Estación de Tren (1913) y la Corte Federal y Correo (1914) en el Viejo San Juan. Una gran cantidad de escuelas; grandes hoteles como el Vanderbilt (1919); y clubs sociales como el Casino de Puerto Rico (1913). Además, se construyeron edificios multipisos de oficinas como el Edificio Ochoa Hermanos (1911); muelles y puentes, como el puente

El terremoto de 1918

Varios terremotos marcaron el mes de octubre de 1918, sismos que afectaron edificaciones de todo tipo en Puerto Rico. Las áreas que más sufrieron fueron el oeste y sur de la Isla. Luego del desastre, el subcomisionado del Departamento del Interior viajó a varias áreas para presenciar los daños y preparar evaluaciones técnicas por tipo de material de construcción. Estos estudios proveyeron cambios a los códigos y reglamentos de construcción que garantizaran la especificación de materiales y el uso de tecnologías apropiadas y seguras.[10]

Las estructuras que sobrevivieron el terremoto estaban casi todas construidas con madera u hormigón armado. Aquellas "...que habían sido construidas con materiales apropiados, bien proporcionados y limpios, y con cemento Portland, no habían sufrido daño".[11] Los informes dictaminaron que las edificaciones en hormigón armado resistían huracanes y terremotos, además de ser una forma económica de construir, ya que los materiales estaban accesibles en los recursos naturales y comercios de la Isla.[12]

El uso de cemento Portland para proyectos de importancia

En 1926, la División de Edificios Públicos del Departamento de Interior contrató al arquitecto Francisco Roldán para el diseño del Puerto Rico Island Penitentiary en Río Piedras. Conocida localmente como el Oso Blanco, [Fig. 3] el público en general entendía que este nombre correspondía a la gran escala del edificio y su color blanco. Investigaciones recientes han revelado que el cemento Portland Norden, manufacturado en Dinamarca, puede haber sido utilizado para la construcción del presidio, ya que tiene un oso polar como parte de su sello corporativo[13]. [Fig. 4]

Primeras plantas de cemento en la Isla

La primera planta de cemento establecida en Puerto Rico perteneció al Gobierno. Construida en 1936 bajo el Puerto Rico Reconstruction Administration (PRRA), adoptó su nombre [Fig. 5]. La PRRA fue iniciativa del

Dos Hermanos (1910); y grandiosas residencias como aquellas construidas para las familias Korber (1913), Georgetti (1917), y Luchetti (1917).

[10] Guillermo Esteves, "Resumen histórico del Informe del Año 1920 del comisionado del interior, Sr. Guillermo Esteves". Trabajo ejecutado en el año fiscal 1918-1919, *Revista de Obras Públicas de Puerto Rico*, Año 1, No. 7 (julio 1924): 225-270.

[11] M. L. Vicente and C. F. Joslin. Effect on "Structures of Recent Porto Rico Earthquakes," *Engineering News-Record,* Vol. 82, No. 17 (Apr. 24, 1919): 806-808. Algunas de las causas para los fallos fueron arena sin lavar, la ausencia o cantidad inadecuada de cemento, además de la instalación inapropiada del refuerzo.

[12] Edificios de importancia construidos de hormigón armado y bloque de concreto luego del terremoto incluyen los Bancos de Crédito y Ahorro Ponceño (1920) y de Ponce (1921); el cuadrángulo de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras (1924); La Escuela de Medicina Tropical (1926); el Capitolio de Puerto Rico (1927); la Aduana de San Juan (1928), y numerosas iglesias.

[13] Es relevante señalar la gran importancia que tenía el cemento Portland para la industria de construcción local y el individuo puertorriqueño de ese momento, quienes otorgaron el nombre común de Oso Blanco a esta importante penitenciaría.

[Fig. 7] Vista aérea de la Ponce Cement Corporation, 1949
(Archivo General de Puerto Rico, Archivo Fotográfico – Colección Mirabal, Ponce)

Nuevo Trato bajo la administración del presidente Franklin Delano Roosevelt para crear empleos y desarrollar la economía de la Isla a través de proyectos importantes de construcción. La planta fue construida en el área de Guaynabo-Cataño cerca de formaciones de piedra caliza y mogotes, materia prima necesaria para producir cemento. Para 1940, el nombre había cambiado a Puerto Rico Cement Corporation. Su capacidad de producción inicial fueron 1.5 millones bolsas de cemento al año que se duplicaron con la instalación de una segunda fornalla en 1941.

El periodo comprendido entre finales de los 1930s y los 1940s fue de suma importancia para la construcción de prototipos de vivienda rural, unidades unifamiliares y apartamentos con el uso de hormigón armado y bloque de concreto que a su vez, promovieron modelos por la PRRA.[14]

[14] Varias estructuras icónicas fueron completadas durante estas décadas utilizando materiales manufacturados con cemento Portland, como lo fue *cast stone*. El movimiento del reavivamiento español y otros estilos eclécticos florecieron durante esta época. Complejos de vivienda como Eleanor Roosevelt (1936), Morell Campos (1937) y el Falansterio (1937) fueron iniciativas patrocinadas por la PRRA. El Escambrón Beach Club (1932), la Casa de España (1934), el Hotel Normandie, el Edificio Miami (1936), y la sucursal de San Juan del Banco Popular (1938) también fueron edificados durante este periodo.

Puerto Rico, afectado por la Segunda Guerra Mundial, sirvió como escenario para la construcción de estructuras militares construidas con cemento Portland. Estructuras defensivas existentes fueron adaptadas y mejoradas con el uso de bloque de concreto y hormigón armado. En particular, resalta la construcción de los búnkers con muros de seis pies de grosor, posibles por la resistencia del cemento Portland [Fig. 6].

Hubo un incremento en la cantidad de suplidores del cemento Portland para finales de los 1930s, además de la primera evidencia de producción local del bloque de concreto por Concrete Industries. Para esta fecha, los procesos manufactureros para bloques habían evolucionado considerablemente, habiéndose mecanizado el proceso y mejorado el control de calidad de los materiales.

Una segunda fábrica de cemento, la Ponce Cement Corporation, fue fundada en 1941 durante la Segunda Guerra Mundial [Fig. 7]. Con ayuda financiera del Ejército de los Estados Unidos, se instaló una segunda fornalla en 1943. Esto incrementó la capacidad de producción anual de la fábrica a 3.5 millones de bolsas de cemento. El funcionamiento paralelo de dos fábricas de cemento garantizó suficientes suministros para uso local durante un gran crecimiento económico. Este *boom* se debió al desarrollo acelerado de la industria del ron y a las grandes inversiones realizadas por los militares.

Para 1948, la producción combinada de la Ponce Cement y la Puerto Rico Cement sumaban más de un millón de bolsas de cemento al año. Puerto Rico se había convertido en un exportador importante de cemento en el Caribe debido a una embarcación con la capacidad de transportar 110,000 bolsas de cemento. Estas iniciativas suplieron las demandas de una región que había quedado aislada del resto del mundo durante los conflictos bélicos.[15]”

La fábrica de Guaynabo-Cataño eventualmente cerró, y la Ponce Cement Corporation permaneció como manufacturera única del cemento Portland en Puerto Rico. La Ponce Cement y la Puerto Rico Cement se fusionaron en 1963 para convertirse en la Puerto Rican Cement Company, Inc. en Ponce.

Conclusión

Los albañiles locales, experimentados con la tradición edilicia española por más de 400 años, ya estaban familiarizados con la preparación y aplicación de mezclas y la utilización de productos similares al mortero hidráulico y al hormigón armado. (Fig. 8). Por esta razón, la creencia común de que los morteros hidráulicos estuvieron en desuso o perdidos a la historia desde su invento por los romanos hasta los proyectos de Smeaton en el siglo XVIII, no fue el caso. Colonias hispanas en el Nuevo Mundo, como Puerto Rico, continuaron las prácticas longevas del uso de morteros hidráulicos hasta la llegada y la popularización del cemento Portland a principios del siglo XX. ■

[Fig. 8] Albañiles Puertorriqueños reparando las murallas de San Juan, 1935
(Centro de Recursos Culturales, Archivos Militares, San Juan National Historic Site, National Park Service)

[15] "Luis A. Ferré, “La dinámica de la industria del cemento en Puerto Rico”, *Puerto Rico Ilustrado,* Año XL, No. 2068, (Dec. 3, 1949): 67-71, 103.